

**SUR LES PALÉOSOLS DU HAOUZ DE MARRAKECH ET  
LEUR IMPORTANCE AGRONOMIQUE**

par J. Concaret et Ph. Mahler (\*)

(Note présentée par M. G. Aubert)

Dans l'étude actuellement en cours des sols de la plaine du Haouz de Marrakech (\*\*), il a été nécessaire d'accorder une réelle importance à des phénomènes pédologiques anciens. On a observé fréquemment, en effet, des paléosols enterrés à faible profondeur, ou même parfois restés en surface. Leur connaissance s'est révélée particulièrement utile pour une plus exacte interprétation de certains sols complexes ou azonaux.

Ces anciens sols se sont développés sur différentes formations détritiques qui ont recouvert, pendant le Quaternaire, l'ensemble de la cuvette du Haouz entre le Haut-Atlas et la chaîne des Djebilet. Une étude préalable de la stratigraphie des séries quaternaires a permis de préciser l'origine de ces paléosols et leur répartition.

Les récents travaux de Choubert et Raynal sur le Quaternaire continental au Maroc ont mis en évidence une succession de périodes « pluviales » et « interpluviales » qui correspondraient aux périodes glaciaires et interglaciaires du Quaternaire en Europe. Dans le Maroc continental les « Pluviaux » auraient provoqué des sédimentations importantes (dépôts de pente et terrasses d'oueds), les « Interpluviaux » auraient été des phases de creusement et de remaniement.

Au cours de chacune des phases d'arrêt de sédimentation, des sols se sont formés sur les dépôts de la période pluviale précédente. Ils ont été généralement enterrés, par la suite, sous des dépôts plus récents. Cependant ils affleurent parfois, actuellement, soit par l'ablation des couches postérieures par l'érosion, soit parce qu'ils n'ont jamais été recouverts. Dans ce dernier cas il arrive qu'une évolution ultérieure ait modifié les caractères primitifs du paléosol.

La variété des types de paléosols observés laisse penser que les principaux facteurs de pédogenèse, en particulier le climat, n'ont pas toujours été constants pour les différentes régions du Haouz au cours du Quaternaire. Quant aux roches-mères, elles varient sensiblement d'un point à un autre, et, en un même point, suivant l'époque de leur dépôt.

**a) LE CLIMAT**

Il faut considérer non seulement le climat sous lequel le sol a pris naissance mais encore celui de l'époque de formation des dépôts. Le premier domine l'évolution propre du sol par son action directe et par son influence

(\*) Chargés de recherches ORSTOM.

(\*\*) Cette étude est exécutée à la demande du Service du Génie Rural du Gouvernement Chérifien.

sur d'autres facteurs en particulier sur la végétation. Le second conditionne la nature des dépôts roches-mères des paléosols, notamment leur texture.

Il est probable que ces paléoclimats subissaient, comme à l'heure actuelle, des variations à l'échelle régionale (le climat du Piedmont est différent de celui de la plaine proprement dite). D'autre part, des accidents de relief ont pu créer des microclimats particuliers. A une même époque, la tendance générale de l'évolution pédologique a pu être ainsi modifiée localement dans son intensité et parfois même dans sa nature.

Comme nous l'avons indiqué précédemment, la diversité des types de paléosols qui se sont superposés en une même zone témoigne des variations possibles et parfois importantes de ce climat.

#### b) LA ROCHE-MÈRE

A l'échelle régionale, des différences interviennent également dans l'origine des dépôts. Ceux-ci sont presque tous de provenance atlasique, mais non issus des mêmes formations géologiques (variations de couleur, de texture et de composition chimique).

On a observé aussi dans les dépôts de pente et les terrasses des variations granulométriques d'amont en aval.

Enfin, localement, des accidents de terrain ont modifié les conditions de sédimentation.

Certaines coupes dans les formations quaternaires montrent des alternances de dépôts conglomératiques, de sables et de limons fins. Le régime des écoulements pendant les périodes pluviales s'est donc modifié au cours du Quaternaire.

Malgré les nombreuses variations des facteurs de pédogenèse, il a été possible de dégager la tendance évolutive générale des sols de certaines périodes du Quaternaire. En effet, les caractères primitifs des paléosols se seraient souvent assez bien conservés pour qu'on puisse déterminer à quel groupe de sols ils appartiennent. Les observations effectuées sur l'ensemble du Haouz ont permis de définir quatre tendances évolutives principales : l'encroûtement, la rubéfaction, la steppisation et, plus localement, l'hydromorphie.

1° *L'encroûtement*. — Hormis certains encroûtements locaux (croûte de bord d'oued, de source, de rhattara), les croûtes observées dans le Haouz sont très probablement dues à des accumulations anciennes de calcaire. En effet, leur surface ne suit généralement pas la topographie ni le niveau phréatique actuel. Les croûtes les plus développées semblent dater du début du Quaternaire (Fin du Villafranchien, Moulouyen). Cependant l'interpluvial Riss-Würm serait responsable de certains encroûtements tuffeux ou granulaires passant parfois latéralement à des croûtes lamellaires.

Ces formations sont parfois dégagées par l'érosion (sols squelettiques sur croûte, sols à couche granulonodulaire superficielle). Le plus souvent elles sont recouvertes par des dépôts plus récents qui les ont généralement remaniées (granules et débris de croûtes roulés). Il est alors assez difficile de faire la part des accumulations de calcaire dues aux encroûtements de celles susceptibles de s'être produites après lessivage dans les horizons superficiels de sols steppiques et sols rouges. Les croûtes et les encroûtements ne paraissent pas avoir été très modifiés après leur formation, aussi a-t-on trouvé intactes de très grandes surfaces encroûtées, dans le Haouz, qui « fossilisent » des anciens reliefs de la plaine.

2° *La rubéfaction*. — Les dépôts quaternaires possèdent souvent une légère coloration rouge due à leur origine (grès et marnes rouges). Mais l'intensité de cette coloration dans certains niveaux fait penser à une individualisation en place du fer accompagnant la formation d'un sol

rouge. Les caractères de structure et l'analyse confirment cette hypothèse. Il semble difficile d'admettre que les conditions climatiques actuelles puissent donner naissance à ce type de sol (pluviométrie entre 250 et 350 mm). D'ailleurs, localement, des limons plus récents sont venus le recouvrir. Dans ce cas, leur position stratigraphique laisse supposer que cette rubéfaction date le plus souvent du Quaternaire ancien (Mindel) et parfois, peut-être, du Würm.

C'est sur les hautes surfaces formées par les grands cônes de déjection caillouteux atlasiques que ces sols semblent s'être le mieux conservés. Ils sont riches en éléments fertilisants, mais manquent généralement de profondeur, ayant probablement été tronqués par l'érosion. Ces sols ont subi une steppisation due à la fois aux conditions climatiques plus récentes et à la mise en culture. En effet, l'analyse montre une teneur en matière organique faible mais à peu près constante sur l'ensemble du profil, et une légère recalcification.

Cette recalcification a été parfois plus complète. Nous avons en effet parfois observé des sols rouges réencroûtés sur la quasi-totalité de leur profil. Ces sols peuvent passer latéralement à des encroûtements granulo-nodulaires où les caractères de l'ancien sol rouge sont complètement masqués. Dans ce cas, cet encroûtement pourrait être attribué à l'interpluvial Riss-Würm.

Ces paléosols rouges n'ont été reconnus que dans la portion méridionale de la plaine voisine de l'Atlas. Deux hypothèses peuvent justifier cette localisation :

- les sols rouges n'ont pu se former ailleurs car la pluviométrie y était moins élevée;

- l'encroûtement et l'érosion les auraient fait disparaître dans la portion Nord de la plaine.

3° *La steppisation.* — La majorité des paléosols observés dans le Haouz sont d'anciens sols steppiques. Ils ont généralement conservé leur structure et un profil iso-humique. Ils affleurent parfois, mais sont le plus souvent enterrés à faible profondeur (0,50 à 1 m).

Ce type d'évolution semble avoir dominé depuis la dernière phase d'encroûtement (interpluvial Riss-Würm). Les dépôts postérieurs à cette époque couvrent plus de la moitié de la surface de la plaine. Ils ont tous été affectés par cette tendance évolutive mais à des degrés divers :

- les dépôts les plus anciens (Würm) ont subi une pédogenèse conduisant généralement à la formation de sols châtaîns;

- les dépôts les plus récents ont surtout donné naissance à des sols bruns et des siérozems.

Suivant l'épaisseur relative de ces dépôts, on a pu observer toute une gamme de sols plus ou moins complexes : sols châtaîns typiques, sols châtaîns tronqués ou dégradés, sols bruns sur ancien sol châtaî, sols bruns profonds, siérozems sur sol brun, etc., lorsque ces sols sont peu profonds et reposent sur des formations quaternaires plus anciennes, sols châtaîns sur croûte ou sur encroûtement, sur ancien sol rouge, sols bruns sur croûte ou sur encroûtement, sur ancien sol rouge, etc.

L'analyse confirme la superposition de ces sols en mettant en évidence des discontinuités dans la répartition du calcaire et de la matière organique dans les profils.

4° *L'hydromorphie.* — Des paléosols hydromorphes à taches et à concrétions calcaires ou ferrugineuses ont été reconnus au débouché de certains oueds atlasiques dans la plaine. Ils sont en général recouverts par des sols ne présentant aucun caractère d'hydromorphie. Dans certains cas, on a pu suivre le passage latéral de ces paléosols hydromorphes à des paléosols steppiques.

L'hydromorphie s'est surtout manifestée sur des dépôts argileux où elle a provoqué la formation de sols tirsifiés de couleur foncée, à structure

très large. Actuellement, des irrigations prolongées peuvent être tenues pour responsables de la dégradation de sols châtaîns entraînant le développement de structures analogues à celles des tirs. Cependant, certains sols tirsifiés enterrés sous des sols bruns seraient des paléosols.

Cette tendance évolutive s'est manifestée beaucoup plus localement que les autres. Elle se serait cependant généralisée dans le Piedmont à tous les sols qui lui étaient favorables par leur position topographique ou leur roche-mère à une époque peu ancienne (probablement la fin du Würm ou le début du Néolithique).

Les « paléo-pédogenèses » se seraient succédées dans l'ordre suivant : encroûtement, rubéfaction, encroûtement, steppisation et localement hydromorphie. Les types de paléosols les plus généralement observés seraient les sols typiques correspondant à certains climats du Quaternaire.

— Les sols les plus anciens révèlent des conditions climatiques plus humides que le climat actuel ou à répartition pluviométrique un peu différente.

— Les sols les plus récents sont les témoins de climats steppiques ayant une pluviométrie légèrement plus forte que la pluviométrie actuelle.

Ces paléosols correspondant à certaines tendances climatiques nettes, passent parfois latéralement à des paléosols d'un type différent pour des raisons de topographie ou de roche-mère.

Les caractères acquis sont généralement assez affirmés pour être encore partiellement visibles. La diminution progressive de l'intensité des phénomènes pédologiques semble avoir suivi parallèlement celle des phénomènes climatiques et géologiques au cours du Quaternaire. Les pédogenèses les plus anciennes ont pu ainsi ne pas être masquées totalement par les pédogenèses les plus récentes. D'ailleurs le plus souvent, les paléosols ont pu se conserver presque intacts à l'abri des influences extérieures sous les dépôts qui sont venus les recouvrir ultérieurement.

Le climat actuel ne semble pas susceptible de provoquer des pédogenèses intenses. L'indice de de Martonne est de 8 à Marrakech, l'indice d'Henin de 5 millimètres. Aux Aït Ourir ces chiffres deviennent respectivement 12 et 16 millimètres. Les principaux types de sols « actuels » seraient des sols bruns peu évolués et surtout des siérozems.

Cependant, sous l'action de l'homme, l'évolution des sols a été parfois assez marquée. Certains secteurs de la plaine sont cultivés et irrigués depuis plusieurs siècles. La mise en valeur peut être responsable d'une steppisation culturale, mais elle a surtout provoquée la dégradation des sols. Le défrichement, le surpâturage, l'érosion, l'accumulation de sels et même l'alcalisation dues à l'irrigation ont diminué considérablement les possibilités initiales des terres de la région.

Toutefois ce sont généralement les paléosols qui auraient le mieux résisté à ces dégradations. Les encroûtements mis à part, ils semblent avoir acquis un potentiel de fertilité que les sols qui se forment actuellement peuvent difficilement atteindre. Dans l'ensemble ils sont plus riches en argile et en matière organique. Leur structure est plus stable et leur capacité de rétention plus élevée que celle des sols récents.

Mais la présence des paléosols n'est pas toujours favorable. Lorsqu'ils affleurent, ils sont parfois érodés et peu profonds. Lorsqu'ils sont enterrés, ils peuvent créer une discontinuité à l'intérieur des profils qui entraîne des engorgements et des phénomènes de réduction s'ils sont irrigués.

Les croûtes, lorsqu'elles sont peu épaisses, peuvent être défoncées. Les encroûtements sous-jacents donnent des sols très calcaires pauvres en humus qui peuvent cependant être consacrés à une arboriculture pauvre (amandiers et oliviers), si le calcaire ne se présente pas sous forme de tuf.

La présence de paléosols dans le Haouz n'a donc pas seulement un intérêt purement pédologique mais aussi agronomique.

Ces conclusions peuvent d'ailleurs vraisemblablement s'étendre à l'ensemble des plaines semi-arides du Maroc, où les pédologues accordent une attention croissante aux dépôts, aux climats et aux sols du Quaternaire.

#### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- CHOUBERT (G.), JOLY (F.), GIGOUT (M.), MARCAIS (J.), MARGAT (J.) et RAYNAL (R.). — Essai de classification du Quaternaire continental au Maroc. *C.R.A.S.*, Séance du 30-7-1956, 243, 504-506.
- CHOUBERT (G.). — Essai de corrélation des formations continentales et marines du Pleistocène au Maroc. *Congrès de l'INQUA*. Madrid 1957.
- GIGOUT (M.) et RAYNAL (R.). — Corrélation des phénomènes marins et continentaux dans le Quaternaire marocain *C.R.A.S.T.*, 1957, 244, 2528-2531.
- CONCARET (J.). — Étude d'une zone du Haouz de Marrakech (Soueilah), *O.R.S.T.O.M.*, ronéo, 1959, n° 4900.
- MAHLER (Ph.). — Étude pédologique du périmètre des Ouled Yacoub. *O.R.S.T.O.M.* ronéo, 1959, n° 4901.
-